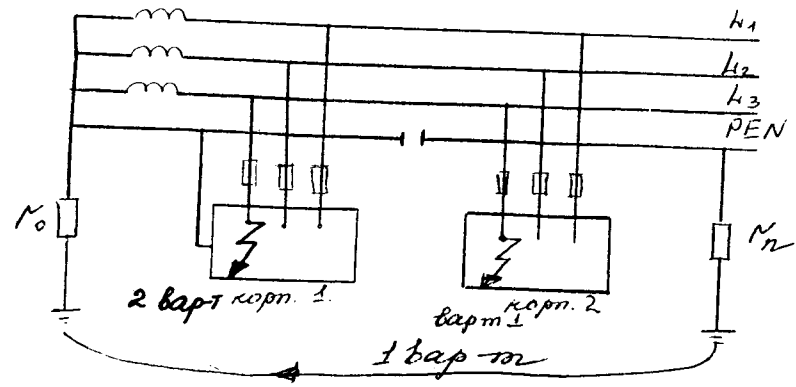
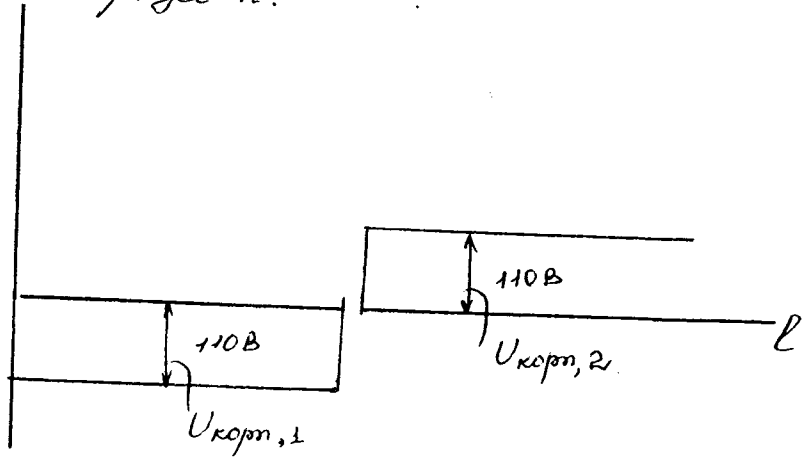


$$U_0 = U_{\phi} \frac{M_{H3L}}{R_{горяч} + M_{H3L}} = \frac{M_0}{M_0 + M_{H3L}} (2)$$

3) Обход НЗП

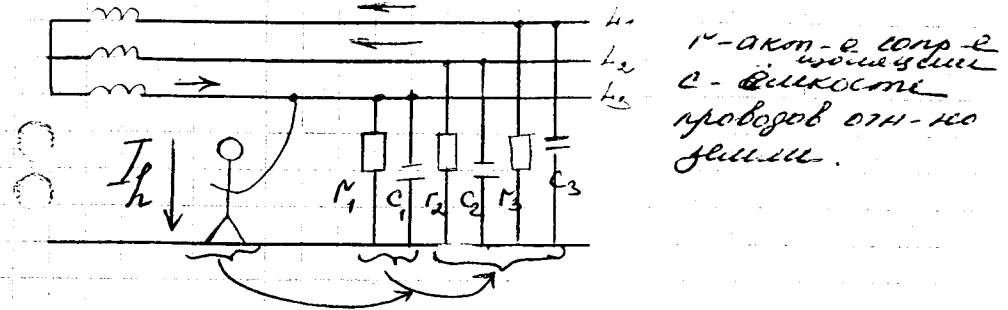


Варт 1. Замыкание на корпусе 2
 Определить напря-е на корпусе 1 и на корпусе 2.



Напря-е определ-ся по ф-лам (1), (2) при усл-ии, что $M_{H3L} \rightarrow \infty$
 по ф-ле 1: $U_{корт. 2} = U_{\phi} \frac{M_2}{M_0 + M_2} = 110V$
 по ф-ле 2: $U_{корт. 1} = U_{\phi} \frac{M_0}{M_0 + M_2} = 110V$

Анализ опасности электрических сетей
 Нормальный режим
 1. Сеть с изолированной нейтралью (IT)



1-я акт-е сопр-е изолирован-е с-емкости проводов отн-ко земли.

варт 1: $C_1 = C_2 = C_3 = 0$
 $M_1 = M_2 = M_3 = M$
 $M = 50 \text{ кОм}$

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h + \frac{M}{3}} = \frac{220}{1 \cdot 10^3 + 50 \cdot 10^3 / 3} = 12,45 \text{ мА}$$

- Опасен ли этот ток для чел-ка?
- Данный ток выше порога неотпускающего тока $10 \text{ мА} = I_{неотп.}$, следовательно, он опасен при длительном касании.

Если чел-к стоит на основании с сопр-е $R_{осн} = 10 \text{ кОм}$

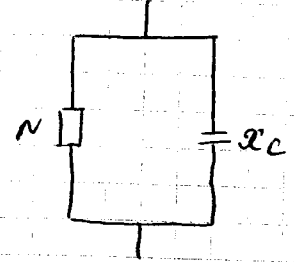
то $I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h + R_{осн} + \frac{M}{3}} = 4,95 \text{ мА}$

$U_{л} = 380V$
 $U_{\phi} = \frac{U_{л}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V$
 $R_h = 1 \text{ кОм}$

Вариант 2:

$C_1 = C_2 = C_3 = C$
 $C = 10 \text{ нкФ}$
 $N_1 = N_2 = N_3 = N$
 $N = 100 \text{ кОм}$
 $U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$ $R_{\text{н}} = 1 \text{ кОм}$

Для кабельных емкостей характерно наличие большой емкости.



$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$
 $= \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 318 \text{ [Ом]}$

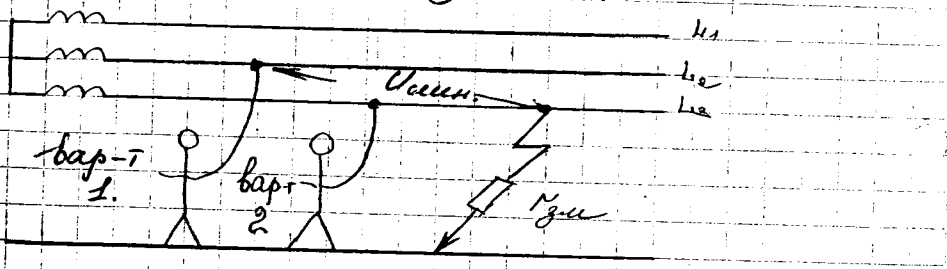
В этом случае, необходимо учитывать только емкостное сопротивление.

$I_{\text{н}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{н}} + Z/\sqrt{3}}$

Z-полное сопр-е $Z \rightarrow X_c$

$I_{\text{н}} = \frac{U_{\text{ф}}}{\sqrt{R_{\text{н}}^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2}} = \frac{220}{\sqrt{(10^3)^2 + \left(\frac{318}{3}\right)^2}} = 218,8 \text{ мА}$

2. Аварийной режим - одна из фаз замыкается на землю.



-1-а

$U_{\text{д}} = \sqrt{3} U_{\text{ф}}$

3 вариант: $I_{\text{н}} = \frac{U_{\text{д}}}{R_{\text{н}} + R_{\text{гн}}}$

$R_{\text{гн}} \approx 100 \text{ [Ом]}$

$\Rightarrow I_{\text{н}} \approx \frac{U_{\text{д}}}{R_{\text{н}}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{ф}}}{R_{\text{н}}}$

2 вариант:

Необходимо определить напряжение на поврежденной фазе $U_{\text{гн}}$,

$U_{\text{гн}} = I_{\text{гн}} \cdot R_{\text{гн}}$
ток замыкания сопр-е замыкания

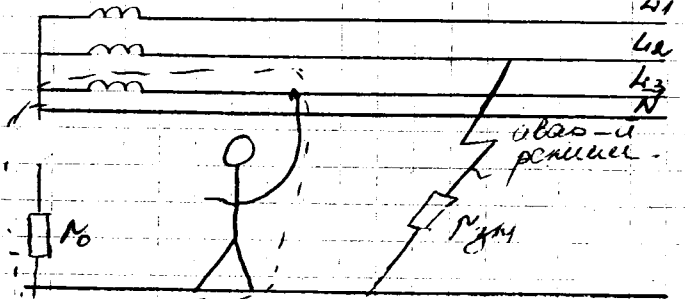
$I_{\text{н}} = \frac{U_{\text{гн}}}{R_{\text{н}}} = \frac{I_{\text{гн}} \cdot R_{\text{гн}}}{R_{\text{н}}} = 0,66 \text{ мА}$

$I_{\text{гн}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{гн}} + N/\sqrt{3}} = \frac{220}{100 + 100/\sqrt{3}} = 6,58 \text{ мА}$

Дано: $U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$, $R_{\text{н}} = 1 \text{ кОм}$, $R_{\text{гн}} = 100 \text{ Ом}$, $N = 100 \text{ кОм}$
 Найти: ток через чел-ка, каснувшегося поврежденной фазы.

- сопр-е чел-ка шунтируется.
- сопр-е замыкания.

3. Сеть с изолированной нейтралью



$I_{\text{н}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{н}} + R_0}$

$R_{\text{н}} = 1 \text{ кОм}$
 $R_0 = 4 \text{ Ом}$

$I_{\text{н}} = \frac{U_{\text{ф}}}{R_{\text{н}}}$

4. Вероятности поражения ЧП-к ич касаются любого из проводников и на любой ст. Дел. произв-ть опасн-ть

-20-

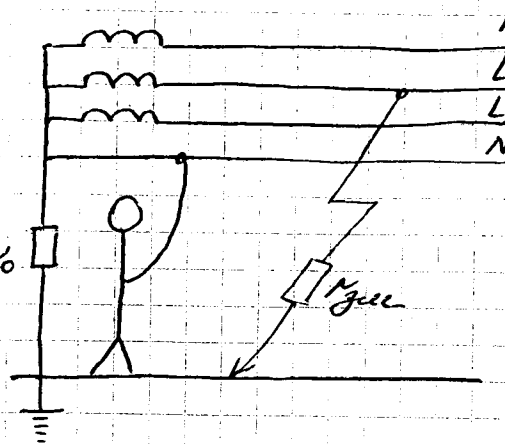
Вопрос

сл. случай: без повторного заземления.

10.11.03

Защитное заземление.

1. Ч-к касается замкнувшейся на землю провода



$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{фн}}^{(2)}}{R_{\text{ч}}}$$

$$U_{\text{фн}}^{(2)} = I_{\text{з}} \cdot (M_{\text{зч}} + M_0)$$

$$I_{\text{з}} = \frac{U_{\text{ф0}}}{M_0 + M_{\text{зч}}}$$

$U_{\text{ф0}} = 220 \text{ В}$
 $M_0 = 4 \text{ Ом}$
 $M_{\text{зч}} = 100 \text{ Ом}$

$$I_{\text{з}} = \frac{220}{100 + 4} = 2,12 \text{ А}$$

$$U_{\text{фн}}^{(2)} = 212 \text{ В}$$

$$I_{\text{ч}} = \frac{212}{1000} = 212 \text{ мА}$$

~~Напряжение Uн в ст. ст. и на нулевом проводнике и на всех подводящих к нему корпусах.~~

2. Ч-к касается нулевого проводника

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{н}}}{R_{\text{ч}}} = 8,46 \text{ мА}$$

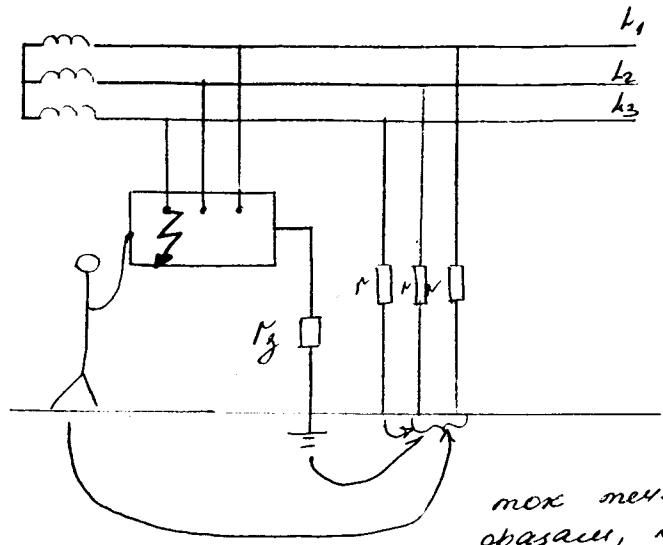
$$U_{\text{н}} = U_0 = I_{\text{зч}} \cdot M_0 = 8,46 \text{ В}$$

$$I_{\text{зч}} = \frac{U_{\text{ф0}}}{M_0 + M_{\text{зч}}} = 2,12 \text{ А}$$

3. Ч-к касается исправных фаз

$$U_{\text{н}} = U_{\text{з}} = \sqrt{U_{\text{ф0}}^2 + U_{\text{ф0}}^2 + U_0 \cdot U_{\text{ф0}}} = 227 \text{ В}$$

$U_0 = 5,46 \text{ В}$
 поскольку $M_0 \ll M_{\text{зч}}$



ток течет к фазам, кот-е не замкнуты

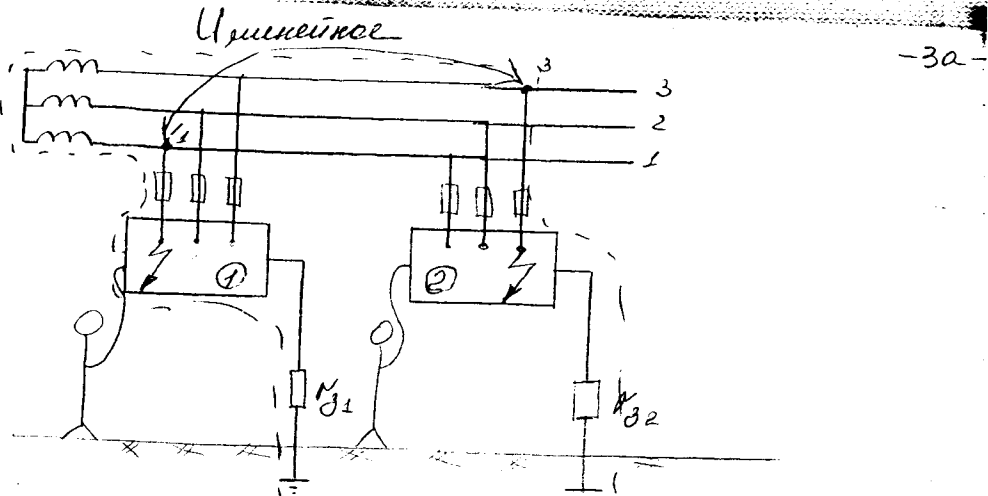
Опред-те напряжение прикосновения и ток через тело чел-ка

$$R_{\text{ч}} \gg M_{\text{з}}$$

$$U_{\text{корт}} = I_{\text{з}} \cdot M_{\text{з}}$$

$$I_{\text{з}} = \frac{U_{\text{ф0}}}{M_{\text{з}} + M_{\text{з}}}$$

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{корт}}}{R_{\text{ч}}}$$



$U_{ф} = 220 В$
 $R_{з1} = R_{з2}$
 $R_{л} = 1 кОм$
 $R_{з1} = 4 Ом$

Опред-им ток через чел-ка при двойном замыкании при его замыкании корпусов.

1. Отбрасываем "чел-ка" и наметим контур протекания тока, I_z

2. Опред-им ток замыкания на шину

$$U_{1-3} = U_{л} = \sqrt{3} \cdot U_{ф}$$

$$I_z = \frac{U_{л}}{R_{з1} + R_{з2}} = \frac{380}{2 \cdot 4} = 47,5 А$$

3. Опред-им напря-е на корпусе 1 и 2. корпус приобретает потенциал того же потенциал. к которому он подключен.

$U_{корт1} = I_z \cdot R_{з1} = 190 В$
 $U_{корт2} = I_z \cdot R_{з2} = 190 В$

4. Опред-им ток через чел-ка

Если чел-ка находится вне поля растекания тока, т.е. на расстоянии $20 м$ и $>$ от заземлителей, то $\alpha_1 = 1$ (к-т напряж-е прикосновения)

$$I_{л} = \frac{U_{з} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2}{R_{л}}$$

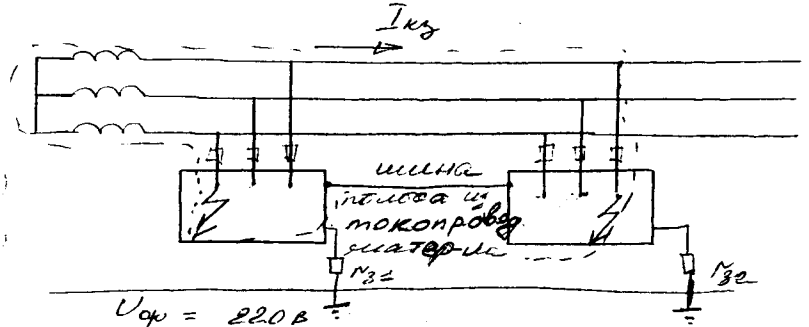
$\alpha_2 = 1$ (если в задане спец-но не гов-ся)

$$I_{л1} = \frac{U_{з1} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2}{R_{л}} = \frac{190 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot 10^3} = 190 мА$$

$$I_{л2} = \frac{U_{з2} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2}{R_{л}} = \frac{190 \cdot 1 \cdot 1}{1 \cdot 10^3} = 190 мА$$

Задача N

Опред-им эф-т защиты для данной прив-д. схемы



$U_{ф} = 220 В$
 $R_{кор.ар} = 0,1 Ом$
 $R_{з1} = R_{з2} = 4 Ом$
 номинальный ток главной ветви $I_{н.в.177 А}$
 ток при 1 кот-го происл. растави-е

Опред-им ток короткого замык-е

$$I_{кз} = \frac{U_{ф} \cdot \sqrt{3}}{2 R_{кор.ар}} = \frac{380}{2 \cdot 0,1} = 1900 А$$

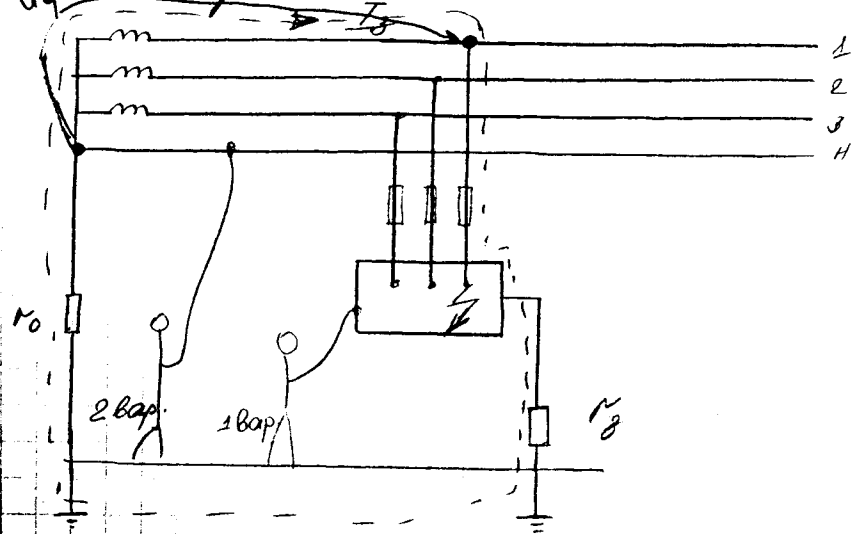
Уравнение I_{K3} с $I_{нм.вет}$ покажут:

$$K = \frac{I_{K3}}{I_{нм.вет}} = 18,4 = 15 = \frac{1900}{150} \quad -4a-$$

к соот-т уст-й крат-ле ($K_{нм.к} = 3$)
(см. правило устройства ...)

уст-ка отключ-ся, т.к. предохрани-е сработает.

Эффективность защитного устройства в сети с глухо заземлен-й нейтралью.



$U_{ф} = 220В$
 $R_0 = 4 Ом$
 $R_3 = 8 Ом$
 $R_f = 1 Ом$

Опр-те в каком случае (вар-т 1 или 2) прикосновение более опасно.

Задание след-т опр-те напряжение корпусе и напр-е на нулевом проводнике.

1. Опред-м ток замыкания на землю, I_z

$$I_z = \frac{U_{ф}}{R_3 + R_0} = \frac{220}{8 + 4} = 18,3 А$$

2. Опред-м напр-е на корпусе (т.е. в зн. см. напр-е замык.)

$$U_{кор} = I_z \cdot R_3 = 18,3 \cdot 8 = 146,4 В$$

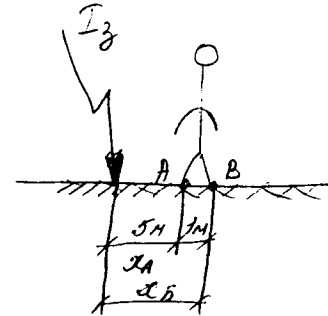
3. Напр-е на нул. проводнике.

$$U_N = I_z \cdot R_0 = 18,3 \cdot 4 = 73,2 В$$

$$I_{R_1} = \frac{U_{кор}}{R_{R1}} = 146,4 МА$$

$$I_{R_2} = \frac{U_N}{R_{R2}} = 43,2 МА$$

Задание №:



Замыкание произошло в сети с глухо нейтр.

$U_N: R_1 = R_2 = R_3 = 10 Ом$
 $R_{зем} = 100 (Ом)$
 $\rho = 100 (Ом \cdot см)$

 $U_A = ?$

1. Опред-м ток замыкания на землю

$$I_z = \frac{U_{ф}}{R_{3н} + R_3}$$

2. Опред-м потенциал точки А.

$$U_A = \frac{I_z \cdot \rho}{2\pi x_A}$$

4. Отр - и потен - и точки D - 5a

$$\varphi_B = \frac{I_3 \cdot S}{2\pi \cdot r_B}$$

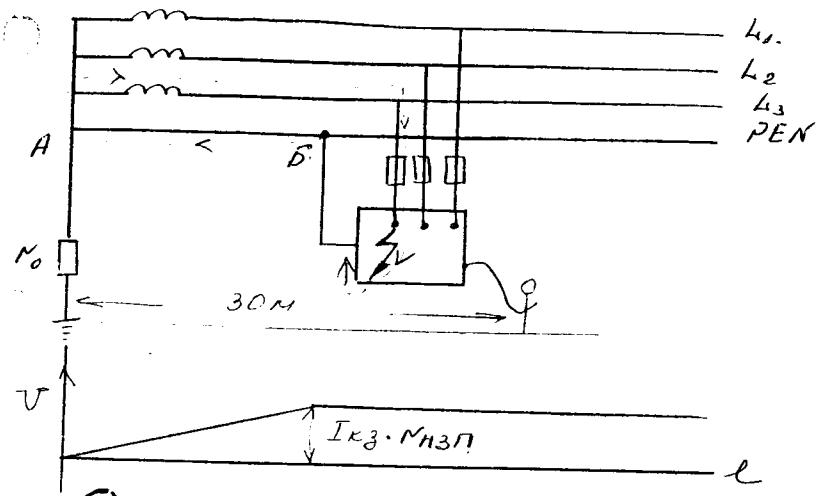
5. Отр - e напр - и шага

$$U_{им} = \varphi_A - \varphi_B$$

3.11.032.

Сеть с глухозаземленной нейтралью. Задача.

практика



1. Вуз повторного заземления

Отр - ть ток к.з. I_k и по соответст-вие нормативным значениям:

$$I_H = 100 \text{ A}$$

нормир. зн. е-тока плавкой вставки

$$R_{\text{фазного проводника}} = 0,1 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{ф. пр}} = R_{\text{нул. пр.}} (R_{\text{нзп}})$$

$$U_{\text{ор}} = 220 \text{ В}$$

$$R_{\text{тр}} \approx 0,1 \text{ Ом}$$

Решение:

$$I_k = \frac{U_{\text{ор}}}{R_{\text{тр}} + R_{\text{ф. пр}} + R_{\text{нзп}}} = \frac{220}{0,1 + 0,1} = 1100 \text{ A}$$

Условие срабатывания

$$\frac{1100}{100} = 11$$

и для плавкой вставки отж-е д.б. не меньше

$$I_{кз} > 3I_n$$

Отключ-е потр. (вмест. от сети)
проц-т минимально.

2. Опре-ть напряжение прикосновения

т.к. $30 \text{ м} > \frac{20 \text{ м}}{\text{номин.}}$, заземлиться
не выйдет на шум-е напр-е
прикосновения

$$U_{корп} = U_{пр} = U_{ор} \frac{R_{НЗП}}{R_{ф.пр} + R_{НЗП}} =$$

$$= I_{кз} \cdot R_{НЗП} = 110 \text{ В}$$

Опасно ли это напр-е?

$$I_{р} = \frac{U_{пр}}{R_{р}} = \frac{110}{1 \cdot 10^3} = 110 \text{ мА}$$

данный ток превышает
смертельный фибрилляционный ток
($I_{см} = 100 \text{ мА}$)

Наим. д.б. время срабатывания
тактовой защиты по услови-
ям безопасности.

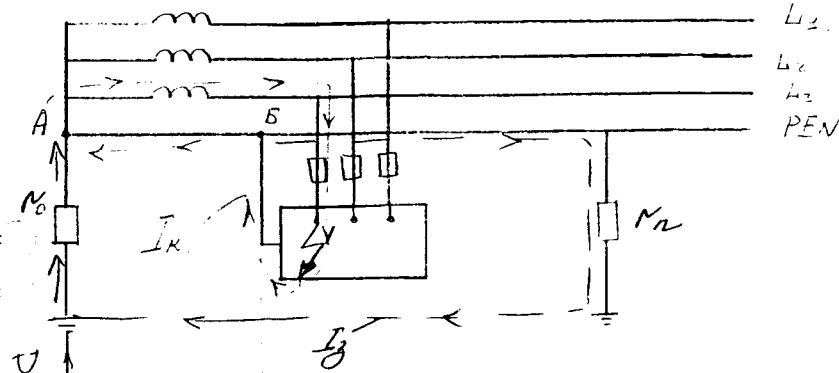
$$I_{р доп} \text{ мА} = \frac{50}{t_{защита} \text{ с}} \text{ время срабатыв}$$

$$t_{защ} = \frac{50}{I_{р}} = \frac{50}{110} = 0,45 \text{ с}$$

-60

3. Нарисовать распре-е потенциалов
до НЗП (нулевой защитной проводник)

2. с повторным заземлением



$$I_{к} \gg I_{з}; I_{к} = \frac{U_{ор}}{R_{ф.пр} + R_{НЗП}}$$

3. Определить напряжение прикосновения
и ток, протекающий через тело чел.

$$U_{корпус} = U_{пр} = U_{ор} \frac{R_{НЗП}}{R_{ф.пр} + R_{НЗП}} \frac{R_n}{R_0 + R_n} \quad (1)$$

В усл. задачи: $R_0 = R_n = 40 \text{ м}$

Аналогично из предыдущей зада-
чи:

$$U_{пр} = 220 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = 55 \text{ В} \quad \downarrow$$

$$I_{р} = \frac{U_{пр}}{R_{р}} = 55 \text{ мА} \quad \downarrow < I_{смерт.}$$

$$t_{защ} = \frac{50}{55} = 0,9 \text{ с} \quad \downarrow \text{ и менее}$$